

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Tempat Penelitian

Penelitian untuk mengetahui gradien tekanan dua–fase udara–air dan gliserin (40-70%) pada pipa kapiler dengan kemiringan  $15^0$  terhadap posisi *horizontal* dilakukan di Laboratorium FDM Program Studi Teknik Mesin UMY.

### 3.2. Bahan Penelitian

Pada penelitian ini bahan yang digunakan antara lain adalah:

Fluida cair yang digunakan adalah air dan gliserin. Fluida air dan gliserin memiliki beberapa variasi dan sifat fisik seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Sifat Fisik Air dan Gliserin

Fluida	Surface Tension ( $N/cm^2$ )	Spesific Gravity at 60/60 °F	Kinematic Viscosity at 27 °C, ( $mm^2/s$ )
Air + Gliserin (40%)	58,6	1,1114	3,320
Air + Gliserin (50%)	57,5	1,1421	5,505
Air + Gliserin (60%)	56,4	1,1671	9,393
Air + Gliserin (70%)	53,9	1,1896	16,98

Fluida gas yang digunakan adalah udara, sifat fisik udara (suhu kamar  $25^{\circ}C$ ) yang digunakan adalah:

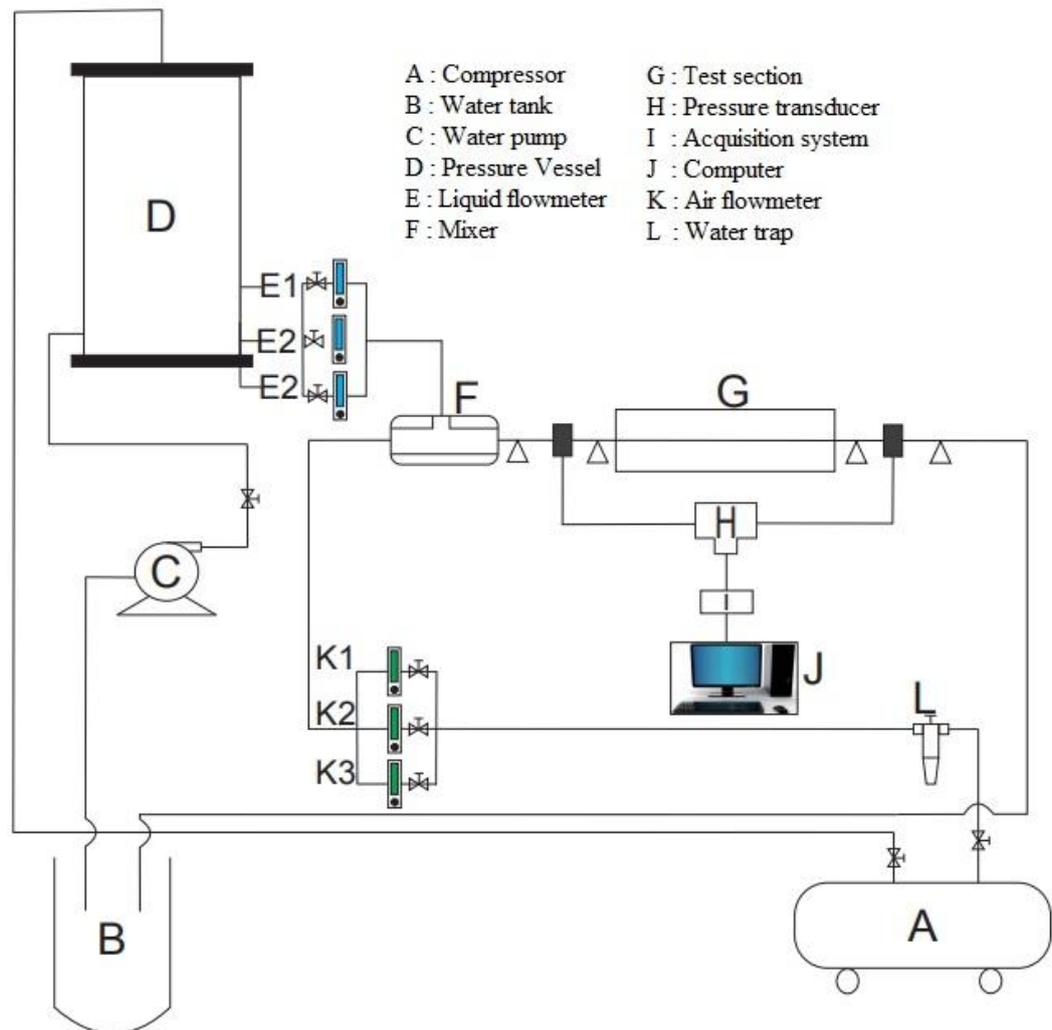
- Massa jenis udara ( $\rho_{udara}$ ) :  $1,163 \text{ kg/m}^3$
- Viskositas dinamik ( $\mu_{udara}$ ) :  $1,8573 \times 10^{-5} \text{ kg/(m.s)}$

- Viskositas kinematik ( $\nu_{\text{udara}}$ ) :  $1,597 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

### 3.3. Alat Penelitian

#### 3.3.1. Skema Alat

Skema alat yang digunakan pada penelitian ini dapat ditunjukkan pada Gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3.1 Skema alat penelitian

#### 3.3.2. Aliran Fluida

Ada beberapa peralatan yang digunakan untuk mengalirkan fluida, diantaranya adalah:

## 1. Pompa



Gambar 3.2 Pompa Air

Pompa ini berfungsi untuk mengalirkan fluida ke dalam bejana tekan. Gambar 3.2 menunjukkan pompa dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a) Merk : LION
- b) Sumber daya : Elektrik, 220V, 50 Hz
- c) Daya output : 120 watt
- d) Head maks. : 5 meter
- e) Kapasitas maks. : 5.500 liter/jam

## 2. Tangki Air



Gambar 3.3 Tangki Air

Tangki air (Gambar 3.3) berkapasitas 20 liter ini berfungsi sebagai tempat menampung air sebelum dialirkan ke dalam bejana tekan.

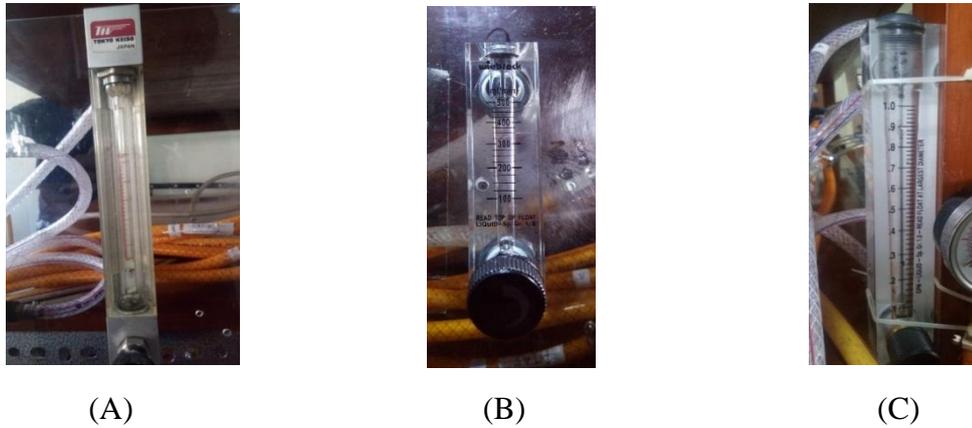
### 3. Bejana Tekan



Gambar 3.4 Bejana Tekan

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4, bejana tekan ini terbuat dari logam *stainless steel* dengan tinggi 1 meter, diameter 0,22 meter dan volume 38 liter. Bejana tekan memiliki fungsi yaitu sebagai penampung fluida dan udara bertekanan sebelum disirkulasikan ke dalam seksi uji.

4. Pipa dan selang yang digunakan untuk mengalirkan dari tangki air menuju bejana tekan dan dari bejana tekan menuju seksi uji.
5. *Check valve* digunakan untuk mencegah terjadinya aliran balik, sehingga fluida hanya dapat mengalir satu arah.
6. *Liquid Flowmeter* dengan kapasitas pengukuran 0-3,785 lpm dengan spesifikasi seperti pada tabel 3.2. Digunakan untuk mengatur debit aliran fluida. *Liquid Flowmeter* yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.4 dibawah ini.

Gambar 3.5 *Liquid Flowmeter*Tabel 3.2 Spesifikasi *Flowmeter Air*

No.	Flowmeter	Spesifikasi	Keterangan
1.	A	Merek	<i>Tokyo keiso</i>
		Jenis	<i>Glass tube flowmeter</i>
		Range	<i>0 – 0,1 LPM</i>
		Ketelitian	<i>0,0005 LPM</i>
2.	B	Merek	<i>Wiebrock</i>
		Jenis	<i>Glass tube flowmeter</i>
		Range	<i>0 – 0,5 LPM</i>
		Ketelitian	<i>0,025 LPM</i>
3.	C	Merek	<i>Dwyer</i>
		Jenis	<i>Glass tube flowmeter</i>
		Range	<i>0 – 3,785 LPM</i>
		Ketelitian	<i>0,0757 LPM</i>

### 3.3.3. Aliran Udara

Ada beberapa peralatan yang digunakan untuk mengalirkan fluida, diantaranya adalah:

## 1. Kompresor



Gambar 3.6 Kompresor

Gambar 3.6 menunjukkan kompresor yang digunakan. Kompresor ini memiliki fungsi untuk mengalirkan udara bertekanan ke dalam bejana tekan dan menuju seksi uji. Spesifikasi kompresor dapat diuraikan sebagai berikut:

- a) Merk : Shark Air Kompresor
- b) Type : LVU-012
- c) Motor : ½ HP
- d) Pressure Range : 7 kg/cm<sup>3</sup>
- e) Kapasitas : 58 L
- f) Pabrikan : PT. Sharpindo Dinamika Prima

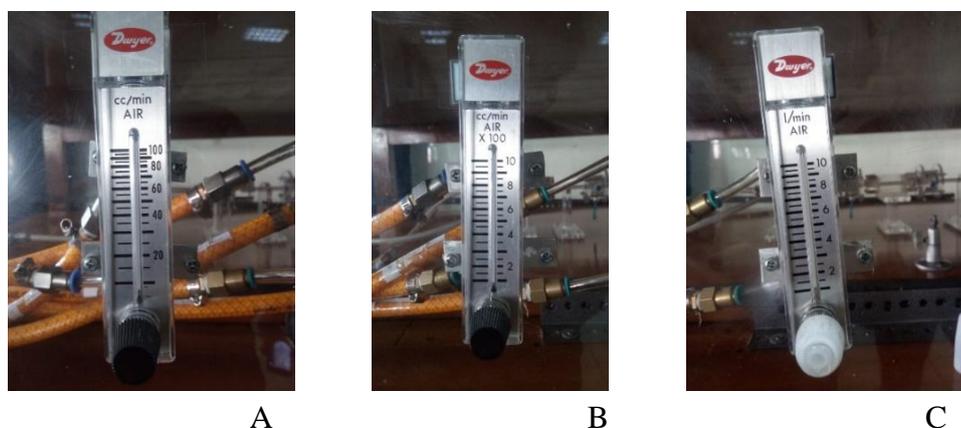
## 2. Water Trap



Gambar 3.7 Water Trap

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.7 water trap berfungsi sebagai alat untuk memisahkan air dan udara yang masuk ke dalam sistem agar udara bertekanan tidak memiliki kandungan air.

3. *Check valve* digunakan untuk mencegah terjadinya aliran balik, sehingga udara hanya dapat mengalir satu arah.
4. *Air Flowmeter* dengan kapasitas pengukuran maksimal 10 lpm. *Air Flow Meter* digunakan untuk mengatur debit aliran udara yang masuk ke dalam seksi uji. *Air Flowmeter* yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Air Flowmeter

Tabel 3.3 Spesifikasi Flowmeter Udara

No.	Flowmeter	Spesifikasi	Keterangan
1.	A	Merek	<i>Dwyer</i>
		Jenis	<i>Glass tube flowmeter</i>
		Range	<i>0 – 0,1 LPM</i>
		Ketelitian	<i>0,005 LPM</i>
2.	B	Merek	<i>Dwyer</i>
		Jenis	<i>Glass tube flowmeter</i>
		Range	<i>0 – 1 LPM</i>
		Ketelitian	<i>0,05 LPM</i>
3.	C	Merek	<i>Dwyer</i>
		Jenis	<i>Glass tube flowmeter</i>
		Range	<i>0 – 10 LPM</i>
		Ketelitian	<i>0,5 LPM</i>

5. Pipa dan selang yang digunakan untuk mengalirkan udara dari kompresor menuju bejana tekan dan dari kompresor menuju seksi uji.

### 3.3.4. Seksi Uji

Seksi uji merupakan tempat dimana dilakukan pengamatan aliran dua fasa antara air dan udara. Seksi uji terdiri dari berbagai peralatan yaitu:

1. Mixer air dan udara



Gambar 3.9 Mixer

Gambar 3.9 menunjukkan mixer yang berfungsi mencampur air dan udara. Udara masuk dari arah vertikal kemudian air masuk dari arah *horizontal*.

2. Pipa kaca dan *correction box*

Pipa kaca memiliki diameter dalam 1,6 mm dengan panjang total yang digunakan adalah 400 mm.

3. *Flens* berfungsi sebagai penyambung antar pipa kaca sekaligus sebagai tempat *inlet* dan *outlet* yang terhubung ke dalam *pressure transducer* untuk mengukur *pressure drop*. *Flens* ini terbuat dari bahan *acrylic*.

4. Lampu penerangan

Lampu ini digunakan untuk meningkatkan intensitas cahaya pada seksi uji. Lampu yang digunakan adalah lampu berjenis LED putih.

### 3.3.5. Peralatan Pengambilan Data *Pressure Drop*

Adapun peralatan yang digunakan untuk pengambilan data *pressure drop* adalah sebagai berikut :

1. *Pressure Transducer* (PT) adalah suatu alat untuk membaca perubahan nilai tekanan pada sisi *input* dengan *output* dari seksi uji. *Pressure Transducer* yang digunakan yaitu dengan *Validyne* (Gambar 3.10). *Differential pressure transducer* dihubungkan dengan *tee junction* yang terpasang pada sisi input

dan output seksi uji. Pada tabel 3.4 menunjukkan spesifikasi dari *validyne* sebagai berikut:

Tabel 3.4 Spesifikasi *Validyne*

Model	Validyne P55D-1-N-1-38-S-4A
Range	55.0 kPa
Accuracy	+/-0,25%
Signal Output	4 to 20 mA +/-5 Vdc @0,5 mA
Power Supply	9 to 55 Vdc
Pressure Media	Liquid & gases



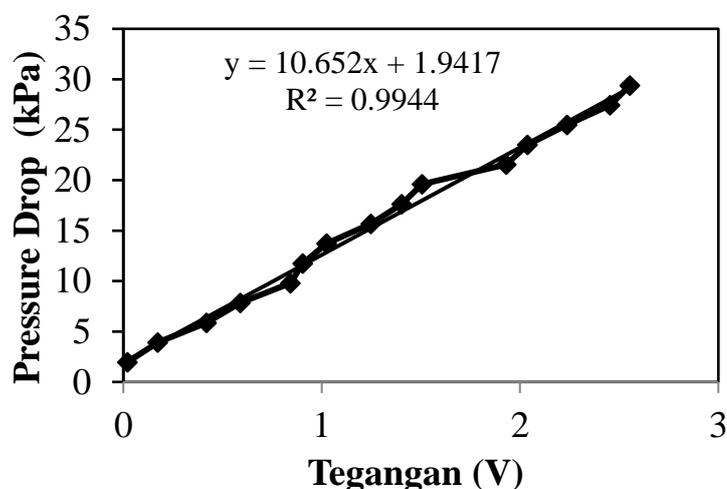
Gambar 3.10 *Validyne*

2. *Data acquisition system* digunakan untuk mengubah data dari analog menjadi digital agar dapat direkam dan dapat diolah di komputer. Alat ini digunakan sebagai penghubung antara *pressure transducer* ke komputer.
3. Komputer berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data sinyal.

### 3.4. Kalibrasi Alat Ukur

Sebelum dilaksanakannya penelitian langkah yang perlu dilakukan yaitu kalibrasi alat ukur (*flowmeter* dan *pressure transducer*). Fungsi dari kalibrasi ini adalah agar data yang diambil akurat dan valid. Untuk flow meter air yaitu dengan menggunakan gelas ukur dan fluida cair dialirkan selama 1 menit, kemudian sesuaikan volume fluida pada gelas ukur dan flow meter. *Pressure transducer*

dilakukan kalibrasi menggunakan manometer *vertical* (manometer kolom air) pada kondisi statis ketinggian 0-3 meter. Tegangan keluaran yang dihasilkan *pressure transducer* kemudian dikonversi menjadi tekanan dan terbaca di komputer. Ulangi langkah tersebut sampai ketinggian 3 meter. Dari hasil kalibrasi tersebut kemudian dibuat suatu grafik kemudian didapatkan persamaan kalibrasi yang nantinya digunakan untuk pengolahan gradien tekanan. Gambar 3.11 menunjukkan hasil dari kalibrasi.



Gambar 3.11 Kalibrasi *Pressure Transducer* (Validyne)

### 3.5. Prosedur Penelitian

Adapun langkah kerja dalam pengambilan data dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Persiapan dan pemasangan komponen dan alat pengujian.
2. Proses kalibrasi alat ukur.
3. Proses instalasi alat uji diatas meja secara *horizontal*.
4. Mengatur sudut kemiringan meja dengan sudut  $15^\circ$  terhadap posisi *horizontal*.
5. Mengisi tangki dengan campuran air dan gliserin (sekitar 15 liter) dengan konsentrasi gliserin 40%, 50%, 60% dan 70%. Saat pengisian harus dilakukan penyaringan agar partikel padat tidak menghambat aliran fluida.
6. Mengisi bejana tekan dengan campuran fluida dari tangka dan ditambah dengan udara dari kompresor sampai tekanan di dalam bejana tekan sebesar 5 bar *gage*.

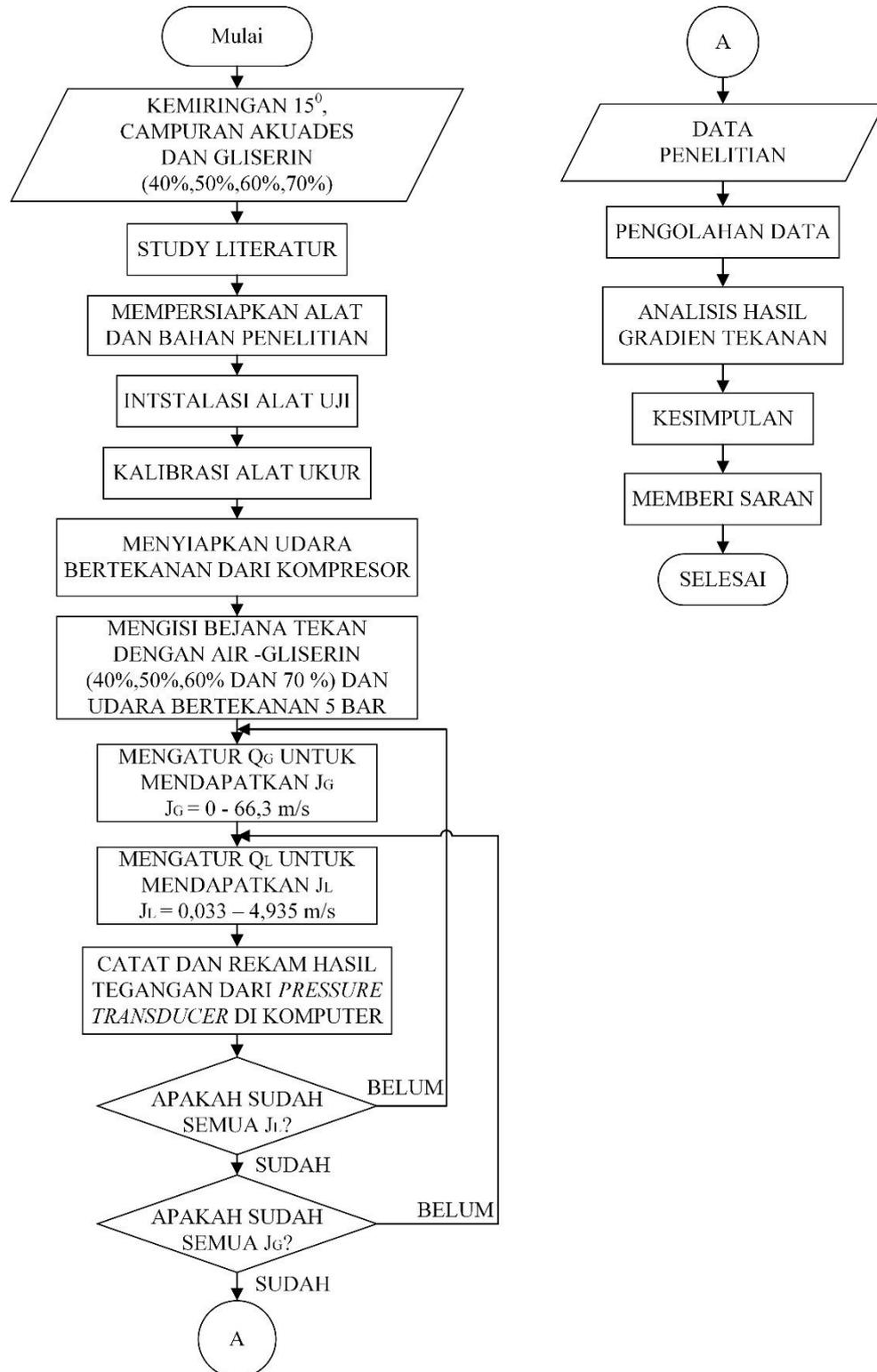
7. Menutup katup baik udara maupun air menuju *mixer*.
8. Membuka perlahan-lahan katup pada *flowmeter* air sampai debit tertentu, kemudian diatur kecepatan superfisial air ( $J_L$ ).
9. Katup udara dibuka perlahan-lahan untuk mendapatkan debit tertentu dan atur kecepatan superfisial gas ( $J_G$ ).
10. Mengatur pasangan antara kecepatan superfisial gas dan cairan.
11. Pengambilan data *pressure drop* saat campuran gas dan cairan melalui sisi *inlet* dan *outlet* seksi uji yang hasilnya langsung terekam di komputer.
12. Ulangi langkah 10 dan 11 berkali-kali dengan mengatur variasi  $J_L$  dan mempertahankan  $J_G$ .
13. Ulangi langkah 10, 11 dan 12 untuk variasi  $J_G$  sampai terakhir.
14. Langkah 1 sampai 13 diulang dengan campuran air-gliserin dengan konsentrasi gliserin 50%, 60% dan 70%.

### **3.6. Analisis Data**

Data yang diperoleh dari pengujian berupa tegangan yang didapat dari *pressure transducer*. Data tegangan yang diperoleh dari *pressure transducer* diubah dari data analog menjadi digital dengan menggunakan *data acquisition system* kemudian direkam menggunakan komputer. Tegangan keluaran yang dihasilkan dikonversi menjadi tekanan dengan menggunakan persamaan kalibrasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.11.

### 3.7. Diagram Alir Penelitian

Langkah – langkah penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.12



Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian